

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年5月19日 (19.05.2005)

PCT

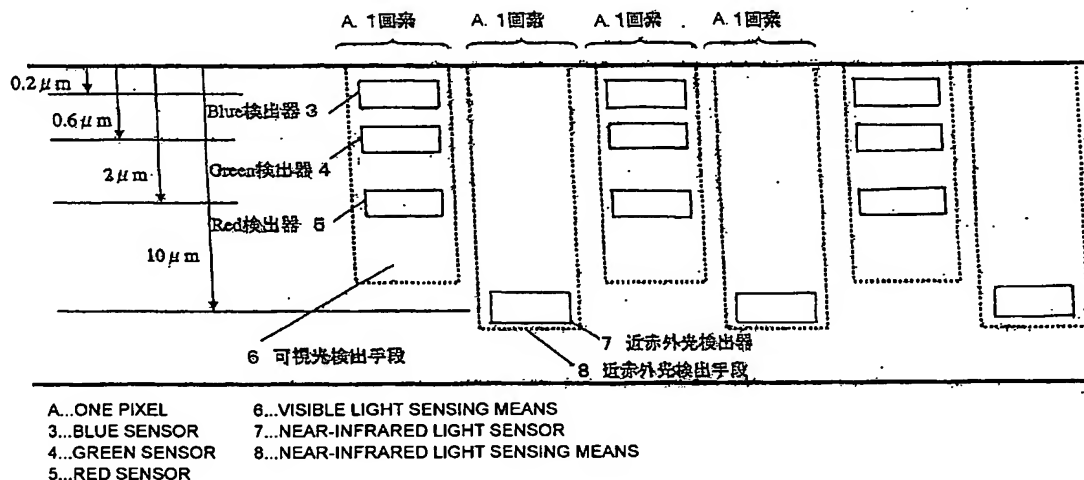
(10) 国際公開番号
WO 2005/045936 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 27/146, 31/10, H04N 5/335 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005799 (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 岡田 毅 (OKADA, Tsuyoshi). 石井 浩史 (ISHII, Hirofumi). 水澤 和史 (MIZUSAWA, Kazufumi).
(22) 国際出願日: 2004年4月22日 (22.04.2004) (74) 代理人: 大野 聖二, 外(OHNO, Seiji et al.); 〒1006036 東京都千代田区霞が関3丁目2番5号 霞が関ビル 36階 大野総合法律事務所 Tokyo (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
(30) 優先権データ: 特願 2003-380208 2003年11月10日 (10.11.2003) JP
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: IMAGING DEVICE AND IMAGING METHOD

(54) 発明の名称: 撮像装置及び撮像方法



(57) Abstract: An optical lens (1) forms images at different positions depending on the wavelength of visible light containing three components of different wavelength regions and near-infrared light. An imaging unit (2) has a plurality of pixels each including a visible light sensing portion (6) or a near-infrared light sensing portion (8). Each visible light sensing portion (6) has three sensors (3, 4, 5) for detecting visible light composed of the three wavelength components focused at different depths in the same pixel. Each near-infrared light sensing portion (8) has a near-infrared sensor (7) for detecting near-infrared light focused at a depth different from the depths at which the three components of the visible light are focused. The visible light sensing portions (6) form a clear color image with good color reproducibility, and the near-infrared sensing portions (8) provide clear luminance information or form a black-and-white image.

(57) 要約: 光学レンズ1は、波長域の異なる3成分の可視光と近赤外光とをそれぞれ波長によって異なる位置に結像させる。撮像素子2は複数の画素を有し、それら複数の画素は可視光検出手段6と近赤外光検出手段8のいずれかを有する。可視光検出手段6は、波長によって同一画素内の深さの異なる位置に結像する3成分の可視光を検出する3つの検出器3、4、5を有する。近赤外光検出手段8は、3成分の可視光が結像する深さとは異なる位置に結像する近赤外光を検出する近赤外光検出器7を有する。可視光検出手段6により、色再現性が良くかつ明瞭なカラー画像が取得され、また同時に、近赤外検出手段8により、明瞭な輝度情報あるいは白黒画像が取得される。



SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が
可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,
KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明細書

撮像装置及び撮像方法

技術分野

- 5 本発明は、波長域の異なる3つの成分の可視光と近赤外光とを検出および受光し、可視光と近赤外光の両者の画像を撮像するための撮像装置及び撮像方法に関する。

背景技術

- 10 従来の可視光・近赤外光撮像装置は、同一撮像素子、例えばCCDやCMOS撮像素子の中に、可視光の波長の異なる3色と近赤外光とをそれぞれ検出できる画素が混在する構成を有している(例えば、特開2002-142228号公報、図2参照)。例えば、図10に示すように、撮像素子上に、Mg(マゼンタ)色検出器81、Ye(イエロー)色検出器82、Cy(シアン)色検出器83、近
15 赤外光検出器84がモザイク状に配置され、それらの組み合わせが縦横に繰り返すように配置される。ここでは、検出器1つがちょうど1画素に相当する。

- ちなみに、裸の画素は、400nmから1000nmまでの可視光から近赤外光まで検出できる特性を持つ。そして、Mg色付近のバンドパスフィルタ板を画素にかぶせることで、Mg色検出器81が構成される。Ye色検出器82、Cy
20 色検出器83も、それぞれの波長付近を抜き出すバンドパスフィルタ板を画素にかぶせた構成を有する。また、裸の画素が、近赤外光検出器84として配置される。正確には、可視光域がカットされる必要があるが、輝度情報が得られればよいので、あえて可視光域がカットされなくてもよい。以上の構成により、可視光、近赤外光の両方の画像を撮像できる。

- 25 また、従来提案されている可視光撮像装置の一つでは、表面からの深さが異なる3つのフォトダイオードがシリコン基板上に形成されている。この従来装置は、可視光領域の波長の異なる3種類の光、例えば青、緑、赤のシリコン中での吸収度の違いを利用して、それら波長の異なる3種類の光を検出する(例えば、特表2002-513145号公報、図5、図6参照)。この可視光撮像装置では、

1 個の画素でありながら深さの異なる 3 つのフォトダイオードを配置することができる。したがって、この従来技術は、1 画素で 1 色を検出する技術に比べて、色分解能を高め、また、偽色による画像劣化を防ぐことができる。

図 1 1 は、撮像素子に形成される 1 個の画素の構成を示している。P 型半導体
5 基板 9 1 の上に、N 型半導体による N 型ドープ領域 9 2 が形成されている。同様にその上に P 型ドープ領域 9 3 が形成されている。さらにその上に N 型ドープ領域 9 4 が形成されている。これにより、基板の上に半導体 3 層構造（3 重井戸構造）が作られている。各々の P N の界面付近がフォトセンサとしての機能を持つことができるので、全部で 3 つのフォトセンサを構成することができる。

10 ここで、特表 2 0 0 2 - 5 1 3 1 4 5 号公報の図 5 に参考データとして記載されているように、シリコン層において、青色光は $0.2 \mu\text{m}$ の深さで吸収される。緑は $0.6 \mu\text{m}$ で吸収され、赤は $2 \mu\text{m}$ の深さに到達して初めて吸収される。そこで、個々のフォトセンサとなる界面の深さが、それぞれ、 $0.2 \mu\text{m}$ 、 $0.6 \mu\text{m}$ 、 $2 \mu\text{m}$ に設定される。これにより、3 色（3 つの波長帯域）の光をほぼ分光して
15 取り出すことができる。そして、青色光により発生した電流が電流検出器 9 5 で検出される。同様に、緑色光が電流検出器 9 6 で検出され、赤色光が電流検出器 9 7 で検出される。これにより、数値的に色を抽出することができる。無論、実際は完全な分光はできない。しかし、あらかじめ個々の色の混入度合いはわかる（あるいは計測できる）ので、補正が可能である。上記の 3 層の半導体ドーピング
20 グ構造により、1 つの画素でありながら可視光の 3 色を取り出すことができ、色分解能を格段に向上させた可視光撮像装置を実現できる。

しかしながら、上述した特開 2 0 0 2 - 1 4 2 2 2 8 号公報に記載されているような従来の可視光・近赤外光撮像装置では、個々の画素は 1 色（限定した波長域）しか検出できない。他の色や輝度情報は、隣り合う画素の情報から補完され
25 なければならない。そのために、色や輝度の分解能が落ちたり、本来の色ではない偽色が生じたりしてしまう。

また、撮像素子面上には、通常は光学レンズを備える光学系が被写体を結像させる。本来は波長によって焦点が異なるので、撮像に色収差が生じる（ある色にピントが合うと他の色がぼける）。そこで、通常は、図 1 2 に示すように、例え

ば、可視光域のマゼンタ、イエロー、シアンに関しては、焦点深度内（その範囲内ならば色ボケが無視できる）に撮像素子が収まるように、色消しレンズの特性をもつ光学系が備えられ、これによりピントが合わされている。

ところが、色消しには限界がある。可視光域から近赤外光域（400 nmから
5 1000 nm）までの非常に広い範囲の波長域に関しての完全な色消し光学系を作ることは困難である。たとえ実現できたとしても、そのような光学系は非常に高価であり、現状の一般産業分野では利用が困難である（可視光、近赤外光すべてにおいて合焦点の位置を一致させることは不可能）。このために、同じ感光面上で可視光検出と近赤外光検出を行う場合、仮に可視光域でピントがあった画像
10 が得られたとしても、近赤外光領域ではピンぼけした画像しか得られない。つまり、上述のような構成の撮像素子を机上で考えたとしても、光学系が実現困難であり、実用化できない可能性が高い。

また、特表2002-513145号公報に記載されているような従来の可視光撮像装置は、3層の半導体ドーピング構造に限定されており、可視光を検出する
15 ように構成されている。そのために、可視光の3原色を検出する場合には、近赤外光を検出することはできない。また、仮に、可視光の2種類の波長域の光と近赤外光の合計3種類の光を検出できるように、フォトダイオードの深さを再調節したとする。しかし、上述したように、可視光域から近赤外光域（400 nm
20 から1000 nm）までの非常に広い範囲の波長域に関しての完全な色消し光学系を作ることはできない。そのため、可視光の画像を鮮明にしようとすると、近赤外光の画像がピンぼけしてしまう。すなわち、可視光から近赤外光まで明瞭な画像を撮像するためには、撮像素子の工夫だけでは不十分であった。

発明の開示

25 本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたものである。本発明の目的は、可視光検出手段により色再現性が良くかつ明瞭なカラー画像を取得でき、また同時に近赤外検出手段により明瞭な輝度情報あるいは白黒画像を取得することができる優れた可視光・近赤外光撮像装置及び方法を提供することにある。

本発明に係る撮像装置は、波長域の異なる3成分の可視光と近赤外光とがそれ

5 ぞれ波長によって異なる位置に結像する光学系手段と、複数の画素を有する撮像素子とを備え、前記複数の画素は、波長によって同一画素内の深さの異なる位置に結像する前記3成分の可視光を検出する可視光検出手段、又は画素内の前記3成分の可視光が結像する深さとは異なる位置に結像する近赤外光を検出する近赤外光検出手段のいずれかを有している。

また、本発明において、前記可視光検出手段は、光吸収深さの波長依存性に依りて深さの異なる位置に設けられ、青色、緑色、赤色の3つの異なる波長域の可視光を検出する3つの検出器を有し、前記近赤外光検出手段は、前記3つの検出器とは深さの異なる位置に設けられ、近赤外光を検出する検出器を有している。

10 このような構成により、可視光検出手段によって色再現性が良くかつ明瞭なカラー画像を取得でき、また同時に近赤外検出手段によって明瞭な輝度情報あるいは白黒画像を取得することができる。その結果、例えば昼間は色再現性が良く、色分解能の高いカラー画像を提供することができ、また、夜などの暗い場所であ

15 その複合画像によりダイナミックレンジを等価的に上げることができ、このようにして、優れた撮像装置を提供することができる。

また、本発明において、前記撮像素子は、前記可視光検出手段を有する画素と前記近赤外光検出手段を有する画素とを縦横交互に配置した構成を有する。

20 この構成により、可視光検出手段には近赤外光の影響を遮断できるようなフィルタを別途付加できるので、色再現性が非常に良いカラー画像を得ることができる。

また、本発明において、前記撮像素子は、前記可視光検出手段を有する画素の個数と前記近赤外光検出手段を有する画素の個数とを1：3の割合で均等に配置した構成を有している。

25 また、本発明において、前記撮像素子は、前記可視光検出手段を有する画素の面積と前記近赤外光検出手段を有する画素の面積とを1：3の割合で均等に配置した構成を有している。

このようにして、個数比または面積比が1：3になるように2種類の画素が配置され、これにより、色分解能よりも輝度分解能を向上させることができ、近赤

外光までの範囲の明瞭な輝度情報を得ることができる。

また、本発明の別態様の撮像装置は、波長域の異なる3成分の可視光と近赤外光とがそれぞれ波長によって異なる位置に結像する光学系手段と、複数の画素を有する撮像素子とを備え、前記複数の画素は、波長によって各々同一画素内の深さの異なる位置に結像する前記3成分の可視光と前記近赤外光とを検出する検出手段を有している。

また、本発明において、前記複数の画素は、青色、緑色、赤色の3成分の可視光と近赤外光とを、光吸収深さの波長依存性に応じた深さの異なる位置に設けた4つの検出器で検出する検出手段を備えている。

10 このような構成は、色再現性及び検出ロスの点で、可視光と近赤外光とを別の画素で検出する構成に比べて劣っている。しかし、カラー画像および近赤外画像の両方の分解能を同様に向上できるという効果が得られる。

また、本発明において、前記光学系手段は、可視光の波長の短い光から近赤外光まで焦点距離を単調増加させることで、青色、緑色、赤色の3つの異なる波長域の可視光と近赤外光とが異なる位置に結像する構成を有している。

15 この構成により、可視光及び近赤外光の両者に対してピンぼけすることなく明瞭な画像を撮像することができる。

さらに、本発明に係る撮像方法は、波長域の異なる3成分の可視光と近赤外光とをそれぞれ波長によって異なる位置に結像させ、前記3成分の可視光と前記近赤外光とを光吸収深さの波長依存性が異なることを利用して検出し、前記3成分の可視光と前記近赤外光の両者の画像を撮像する。

20 この構成により、色再現性が良くかつ明瞭なカラー画像を取得でき、また同時に明瞭な輝度情報あるいは白黒画像を取得することができる。その結果、例えば昼間は色再現、色分解能の高いカラー画像を提供することができ、また、夜などの暗い場所であっても若干のライトを照らすことで鮮明な白黒画像を得ることができ、さらに、その複合画像によりダイナミックレンジを等価的に上げることができる。このようにして、優れた撮像方法を提供することができる。

25 以上のように、本発明によれば、色再現が良くかつ明瞭なカラー画像を取得できるとともに、明瞭な輝度情報あるいは白黒画像を取得することができる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る可視・近赤外撮像装置及び方法を説明する図であって、光学系の発明のポイントを示す図である。

5 第2図は、本発明に係る光学系の焦点距離と波長との関係を示す図である。

第3図は、本発明の第1の実施の形態に係る撮像素子の構成を示す図である。

第4図は、本発明の第1の実施の形態に係る撮像素子の構成を示す図である。

第5図は、本発明の第1の実施の形態に係る撮像素子の等価回路図である。

10 第6図は、本発明の第1の実施の形態に係る撮像素子における可視光検出部と近赤外光検出部の混在配置の例を示す図である。

第7図は、本発明の第1の実施の形態に係る撮像素子における可視光検出部と近赤外光検出部の混在配置の例を示す図である。

第8図は、本発明の第2の実施の形態に係る撮像素子の構成を示す図である。

第9図は、本発明の第2の実施の形態に係る撮像素子の等価回路図である。

15 第10図は、従来の可視光・近赤外光撮像装置の撮像素子の例を示す図である。

第11図は、従来の可視光撮像装置の撮像素子の例を示す図である。

第12図は、従来の可視光撮像装置に使用される色消し光学系を説明するための図である。

20 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の各実施の形態について図面を用いて説明する。

<第1の実施の形態>

図1に示すように、本発明に係る可視光・近赤外光撮像装置は、光学レンズ1を有している。光学レンズ1は、波長によって焦点が可変な光学系であり、波長域の異なる3つの成分の可視光と近赤外光とを波長によって異なる位置に結像させる。外界の被写体からの光は、光学レンズ1により集光され、撮像素子2上に結像される。図1の下部には、光学レンズ1からの光束が波長に分けて示されている。光学レンズ1は、上記のように波長によって異なる位置にて結像を行う。詳細には、図2に示すように、例えば、青470nmが合焦点の基準Aであると

して、緑 520 nm の焦点距離は基準 A より 0.4 μ m 長く、同様に、赤 700 nm の焦点距離は基準 A より 2 μ m 長く、近赤外 1000 nm の焦点距離は基準 A より 10 μ m 長い。図 2 に示すように、光学系レンズ 1 では、可視光の短い光から近赤外光まで焦点距離が増大しており、これにより、3 つの可視光と近赤外光とが異なる位置で結像される。

一方、撮像素子 2 は、光学系としての光学レンズ 1 と共に受光部を形成している。図 3 は、撮像素子 2 の構成概略を示している。図 3 に示すように、撮像素子 2 には、可視光検出部 6 と近赤外光検出部 8 とが配置されている。可視光検出部 6 は、深さの異なる 3 つの検出器を備える。そして、可視光検出部 6 は、光吸収深さの波長依存性が異なることを利用して、光学レンズ 1 を介して集光され結像される波長域の異なる 3 つの成分の可視光を、これら 3 つの検出器で検出する。近赤外光検出部 8 は、近赤外光を検出する検出器を持つ。

可視光検出部 6 は、Blue (青) 検出器 3、Green (緑) 検出器 4、Red (赤) 検出器 5 から構成されている。これらの検出器 3～5 は、表面からの深さが異なる場所に配置されるフォトダイオードである。3 原色を独立して得ることによって、任意のカラーを再現できる。従来例の特開 2002-142228 号公報とは異なり、1 画素で可視光の 3 色分の出力を得ることができる。従来例の説明でも記したように、実際は完全には 3 色に分光できない。しかし、あらかじめ個々の色の混入度合いはわかる（あるいは計測できる）ので、補正が可能である。

また、近赤外光検出部 8 は、近赤外光検出器 7 である 1 つのフォトダイオードから構成されている。近赤外光を主に検出するために、検出感度が一番高い深さの付近に近赤外光検出器 7 が置かれている。特表 2002-513145 号公報にも参考データとして記載されているように、シリコン層において、近赤外光は、赤色より深い所で吸収される。そこで、例えば 10 μ m の場所に近赤外光検出器 7 が配置されている。輝度情報は、可視光検出部 6 から 3 色の合成によって得られる。近赤外光検出器 7 からの出力も全体の光強度に比例するとするならば、近赤外光検出器 7 の出力が輝度情報として活用されてもよい。

図 4 は、第 1 の実施の形態に係る撮像素子 2 の構成を示している。図 4 に示す

ように、図中左側の可視光検出部 6 の構成は、従来例とほぼ同様である。P 型半導体基板 9 の上に、N 型半導体による N 型ドープ領域 10 が形成されている。同様にその上に P 型ドープ領域 11 が形成されている。さらにその上に N 型ドープ領域 12 が形成されている。これにより、基板の上に半導体 3 層構造（3 重井戸構造）が作られている。そして、3 つの電流検出器 14、15、16 が、可視光 B、G、R の出力を検出する。ただし、3 色に近赤外光の影響が若干でも入ると、後段のカラー再生のときの色再現性が現実と異なり得る。これを避けるために、電流検出器への入光前に近赤外光カットフィルタ板 13 が配置されている。これにより、近赤外領域の光の影響が遮断される。

- 10 一方、図 4 の右側の近赤外光検出部 8 では、P 型半導体基板 9 の上に、新たに N 型半導体による N 型ドープ領域 17 が形成されている。PN 結合に逆バイアスをかけた状態（P 側より N 側電位大）で、近赤外光が入光したときの電流が電流検出器 18 で検出される。図 4 中では、10 μm の深さに、PN の接合面、つまり図 3 中の近赤外光検出器 7 が設けられている。これにより、近赤外光の検出感
- 15 度が最も高い場所に、近赤外光検出器 7 が配置される。ただし、近赤外光といっても、770 nm から 1000 nm と非常に波長の範囲が広い。したがって、どの波長域を最も検出したいかという検出の方針によって、上記の値は変わり得る。

ここで、図 1、図 2 を使って説明した光学レンズ 1 によって、4 つの電流検出器 14、15、16、18 のそれぞれの検出対象箇所にて、所望の波長域の光が、

20 焦点を結ぶ。すなわち、各検出器の検出対象箇所、所望の色の光のピントが合う。これを実現するために、図 1 に示されるように、光学レンズ 1 に故意に収差が与えられている。

また、図 4 において、右側の近赤外光検出部 8 に可視光が入射すると、焦点がずれてしまう。ほとんどの可視光はフォトダイオード検出領域、つまり PN 界面

25 付近までに吸収されてしまうが、吸収されずに漏れ込んでくる可視光が、ピンぼけの要因となる可能性がある。そこで、図 4 に示すように、可視光カットフィルタ板 27 が、入光する前の場所に付加されてもよい。

また、図 5 は、等価回路図を示している。図 5 に示すように、個々のフォトダイオードに逆バイアスがかけられ、入光に対応した電流が検出される。簡単なた

め、図5の等価回路図では、電源、グランドが共通である。しかし、本発明はこれに限定されない。

図6および図7は、実際の可視光検出部6と近赤外光検出部8の配置の例を示している。図6および図7では、可視光検出部6と近赤外光検出部8が混在配置されている。図6において、可視光検出器30が可視光検出部6を構成し、近赤外光検出器31が近赤外光検出部8を構成している。図6では、可視光検出器30と近赤外光検出器31とが縦横交互に混在配置されており、両者の画素数または画素面積の比は1:1である。近赤外光検出部8の部分の可視光情報に関しては、隣接する可視光検出部6の平均値が求められればよい。一般に、人間が画像を見る用途を想定すると、色情報の分解能は、輝度の分解能に比べて低くてもよい。ただし、この構成は、例えば、従来例としての特開2002-142228号公報と比べると、輝度および色の両方において高い分解能を有している。

また、近赤外光検出部8の出力は、比較的広い波長領域の近赤外光を検出するための輝度情報として役立つ。特に、太陽光線中にも、近赤外光成分は多大に含まれている。そして、RGB3色から輝度情報を割り出すよりも、かえってS/Nが良い場合がある。そこで、輝度情報は、隣接する近赤外光検出部8から取得される。あるいは、可視光検出部6の出力の補正に、近赤外光検出部8の情報が用いられる。

例えば、輝度は、通常、RGBが分かれば、下記の式(1)により求められる。

$$Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B \dots \dots \dots (1)$$

式(1)では、輝度が、RGBの線形和である。

これに対して、隣接する複数の近赤外光検出部8から平均輝度情報Iが得られる場合、輝度が、下記の式(2)により求められてもよい。

$$Y = c1 \times R + c2 \times G + c3 \times B + c4 \times I \dots \dots \dots (2)$$

(ただし、 $c1 + c2 + c3 + c4 = 1$)

図7は、近赤外光の輝度情報を積極的に用いる構成を示している。図7では、輝度情報のS/N、分解能が高められる。図7でも、可視光検出器30が可視光検出部6を構成しており、近赤外光検出器31が近赤外光検出部8を構成してい

る。そして、可視光検出器 30 と近赤外光検出器 31 が縦横交互に混在配置されている。ただし、図 7 では、可視光検出部 6 と近赤外光検出部 8 との画素の個数又は面積の割合が 1 : 3 である。より詳細には、1 画素の可視光検出部 6 (可視光検出器 30) と 3 画素の近赤外光検出部 (近赤外光検出器 31) のセットが四角形に配置される。このセットが縦横方向に配列されている。これにより、1 : 3 の割合の均等配置が実現されている。ここで、輝度を可視光 3 つの線形和で求めると、RGB の局所変動で輝度がゆらぐ可能性があり、このゆらぎがノイズとなる。しかし、図 7 の構成によれば、色分解能よりも輝度分解能を向上させることができる。これにより、近赤外光までの範囲の明瞭な輝度情報を得ることができる。

<第 2 の実施の形態>

次に、図 8 は、第 2 の実施の形態に係る撮像素子の構成を示しており、図 9 は、第 2 の実施の形態に係る撮像素子の等価回路図である。図 8 に示す撮像素子では、1 つの画素内に、可視光検出部及び近赤外光検出部が配置されている。図は 1 つの画素を示しており、1 つの画素が、波長域の異なる 3 つの成分の可視光と近赤外光との 4 つの成分を分離しながら検出する検出部を備えている。すなわち、1 つの画素に配置した 4 つの電流検出器 23、24、25、26 で、可視光 B、G、R と近赤外光が検出される。

図 8 に示すように、P 型半導体基板 9 の上には、N 型半導体による N 型ドープ領域 19 が形成されている。同様にその上に P 型ドープ領域 20 が形成されている。さらにその上に N 型ドープ領域 21 が形成されている。その上にさらに P 型ドープ領域 22 が形成されている。これにより、基板の上に半導体 4 層構造 (4 重井戸構造) が作られている。各々の PN の界面付近が、フォトセンサの機能を持っている。これにより、全部で 4 つのフォトセンサを構成することができる。そして、個々の界面、つまり検出領域の深さが、既に述べたように設定され、管理されている。これにより、青、緑、赤、近赤外光の 4 つの波長帯域の光を検出することができる。実際は完全な 4 色の分光は困難であり、混入が生じる。しかし、あらかじめ個々の色の混入度合いはわかる (あるいは計測できる) ので、補正が可能である。

また、図9は、図8の等価回路図である。4個のフォトダイオードに逆バイアスがかけられ、入光に対応した電流が検出される。簡単のため、電源、グランドが共通である。しかし、本発明はこれに限定されない。

- 5 上述の第2の実施の形態は、可視光への近赤外光の混入は避けられない。そのため、第1の実施の形態と比べると、第2の実施の形態では、補正を行ったとしても、色再現性が若干悪くなる可能性がある。しかし、1画素で4色が同時に処理されるので、色および輝度の分解能が共に良くなるという利点がある。なお、本実施の形態では、可視光が3つの波長域に分けられているが、可視光は4以上の波長域に分けられてもよい。この場合は、色再現及び分解能がより高い良好な
- 10 カラー画像を得ることができる。

以上に現時点で考えられる本発明の好適な実施の形態を説明したが、本実施の形態に対して多様な変形が可能なことが理解され、そして、本発明の真実の精神と範囲内にあるそのようなすべての変形を添付の請求の範囲が含むことが意図されている。

15

産業上の利用可能性

以上のように、本発明は、良好なカラー画像及び近赤外画像を取得することが可能であり、撮像装置および方法等として有用である。

請求の範囲

1. 波長域の異なる3成分の可視光と近赤外光とがそれぞれ波長によって異なる位置に結像する光学系手段と、

5 複数の画素を有する撮像素子と、

を備え、前記複数の画素は、波長によって同一画素内の深さの異なる位置に結像する前記3成分の可視光を検出する可視光検出手段、又は画素内の前記3成分の可視光が結像する深さとは異なる位置に結像する近赤外光を検出する近赤外光検出手段のいずれかを有する撮像装置。

10

2. 前記可視光検出手段は、光吸収深さの波長依存性に応じて深さの異なる位置に設けられ、青色、緑色、赤色の3つの異なる波長域の可視光を検出する3つの検出器を有し、前記近赤外光検出手段は、前記3つの検出器とは深さの異なる位置に設けられ、近赤外光を検出する検出器を有する請求項1に記載の撮像装置。

15

3. 前記撮像素子は、前記可視光検出手段を有する画素と前記近赤外光検出手段を有する画素とを縦横交互に配置した構成を有する請求項1に記載の撮像装置。

20

4. 前記撮像素子は、前記可視光検出手段を有する画素と前記近赤外光検出手段を有する画素とを、画素の個数比が1:3になるように均等に配置した構成を有する請求項1に記載の撮像装置。

25

5. 前記撮像素子は、前記可視光検出手段を有する画素と前記近赤外光検出手段を有する画素とを、画素の面積比が1:3になるように均等に配置した構成を有する請求項1に記載の撮像装置。

6. 波長域の異なる3成分の可視光と近赤外光とがそれぞれ波長によって異なる位置に結像する光学系手段と、

複数の画素を有する撮像素子と、

を備え、前記複数の画素は、波長によって各々同一画素内の深さの異なる位置に結像する前記 3 成分の可視光と前記近赤外光とを検出する撮像装置。

7. 前記複数の画素は、青色、緑色、赤色の 3 成分の可視光と近赤外光とを、
5 光吸収深さの波長依存性に応じて深さの異なる位置に設けられた 4 つの検出器で
検出する請求項 6 に記載の撮像装置。

8. 前記光学系手段は、可視光の波長の短い光から近赤外光まで焦点距離を単
調増加させることで、青色、緑色、赤色の 3 つの異なる波長域の可視光と近赤外
10 光とが異なる位置に結像する請求項 1 に記載の撮像装置。

9. 前記光学系手段は、可視光の波長の短い光から近赤外光まで焦点距離を単
調増加させることで、青色、緑色、赤色の 3 つの異なる波長域の可視光と近赤外
15 光とが異なる位置に結像する請求項 7 に記載の撮像装置。

10. 波長域の異なる 3 成分の可視光と近赤外光とをそれぞれ波長によって異なる位置に結像させ、前記 3 成分の可視光と前記近赤外光とを光吸収深さの波長依存性が異なることを利用して検出し、前記 3 成分の可視光と前記近赤外光の両者の画像を撮像する撮像方法。

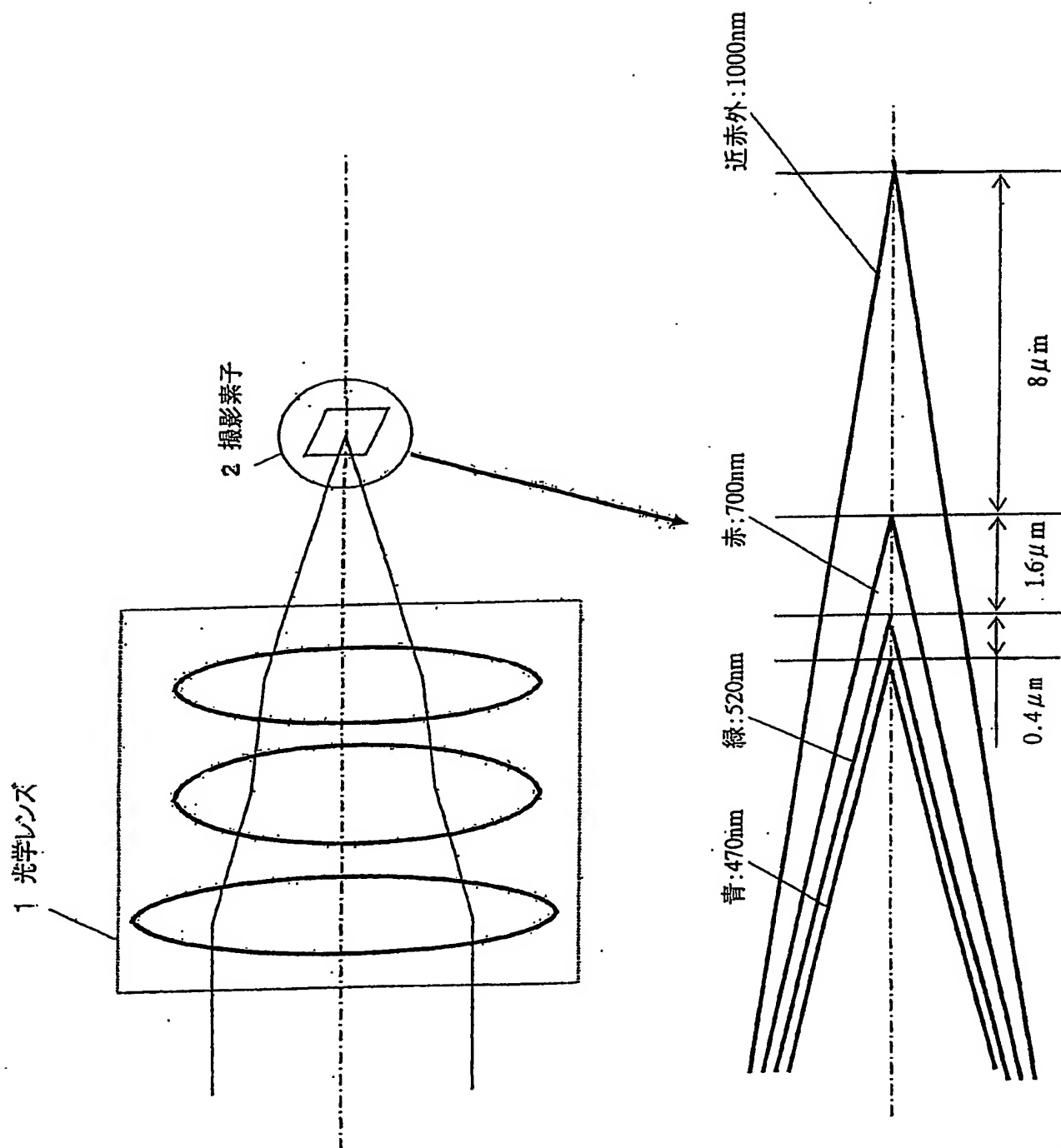


図1

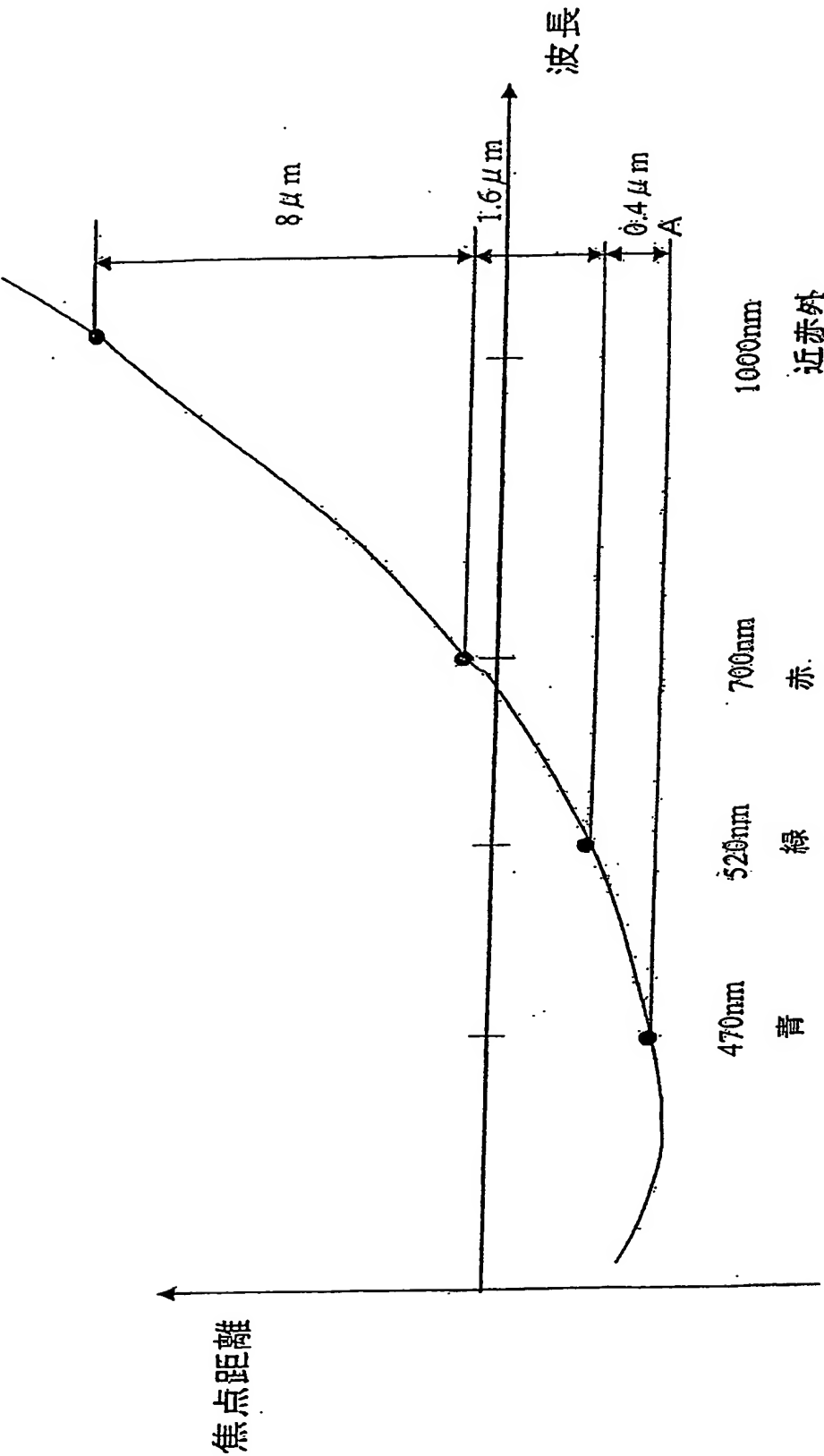


図 2

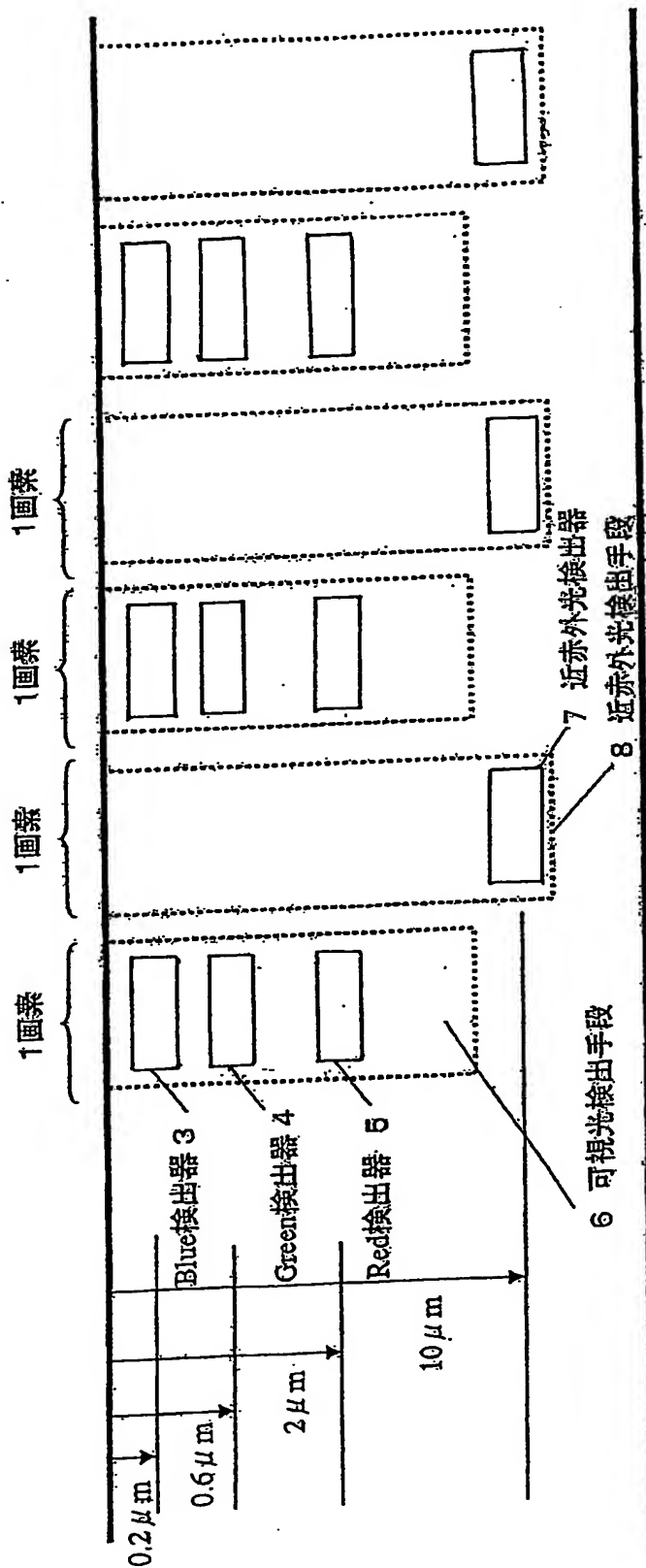


図 3

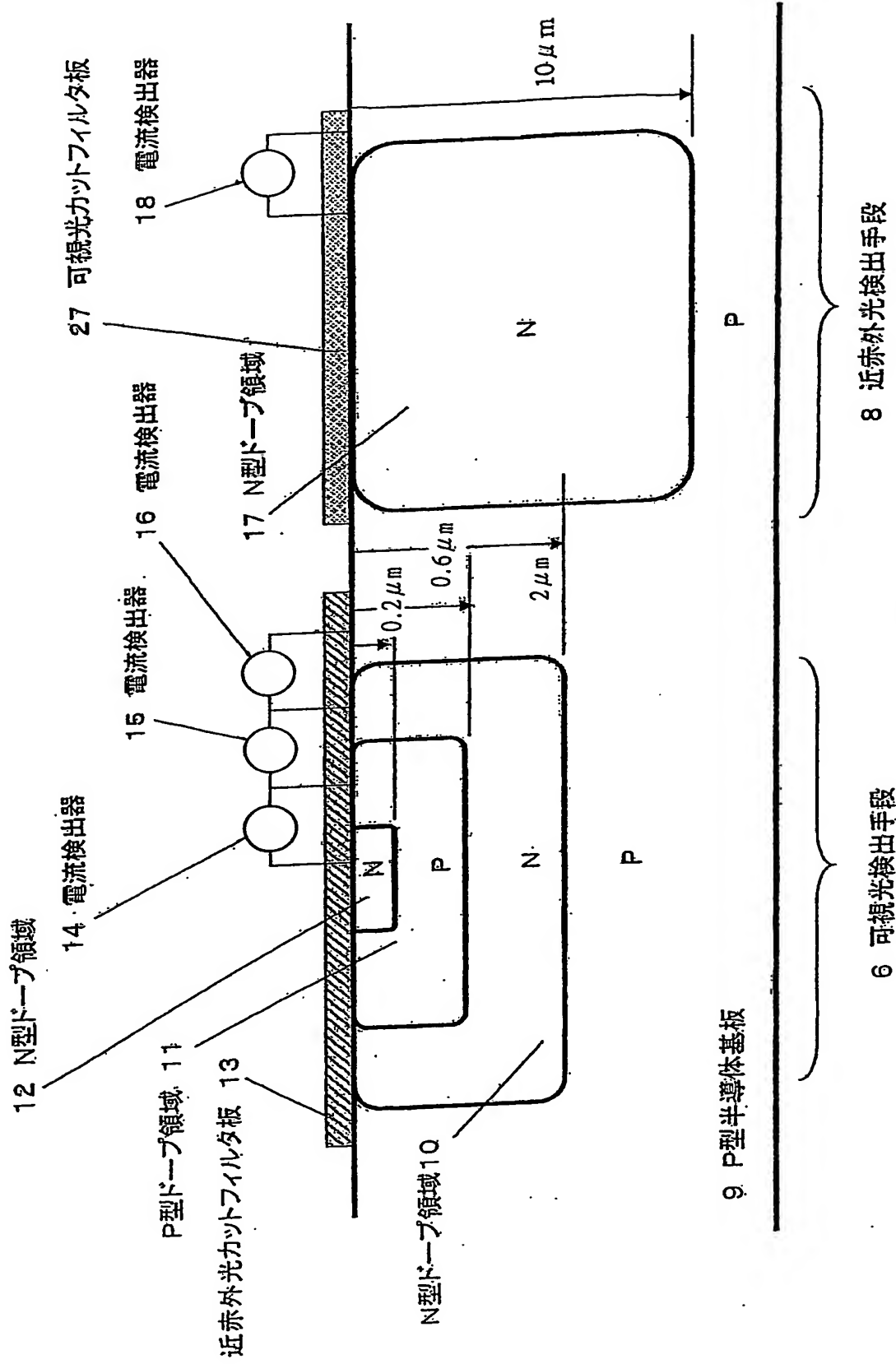


図4

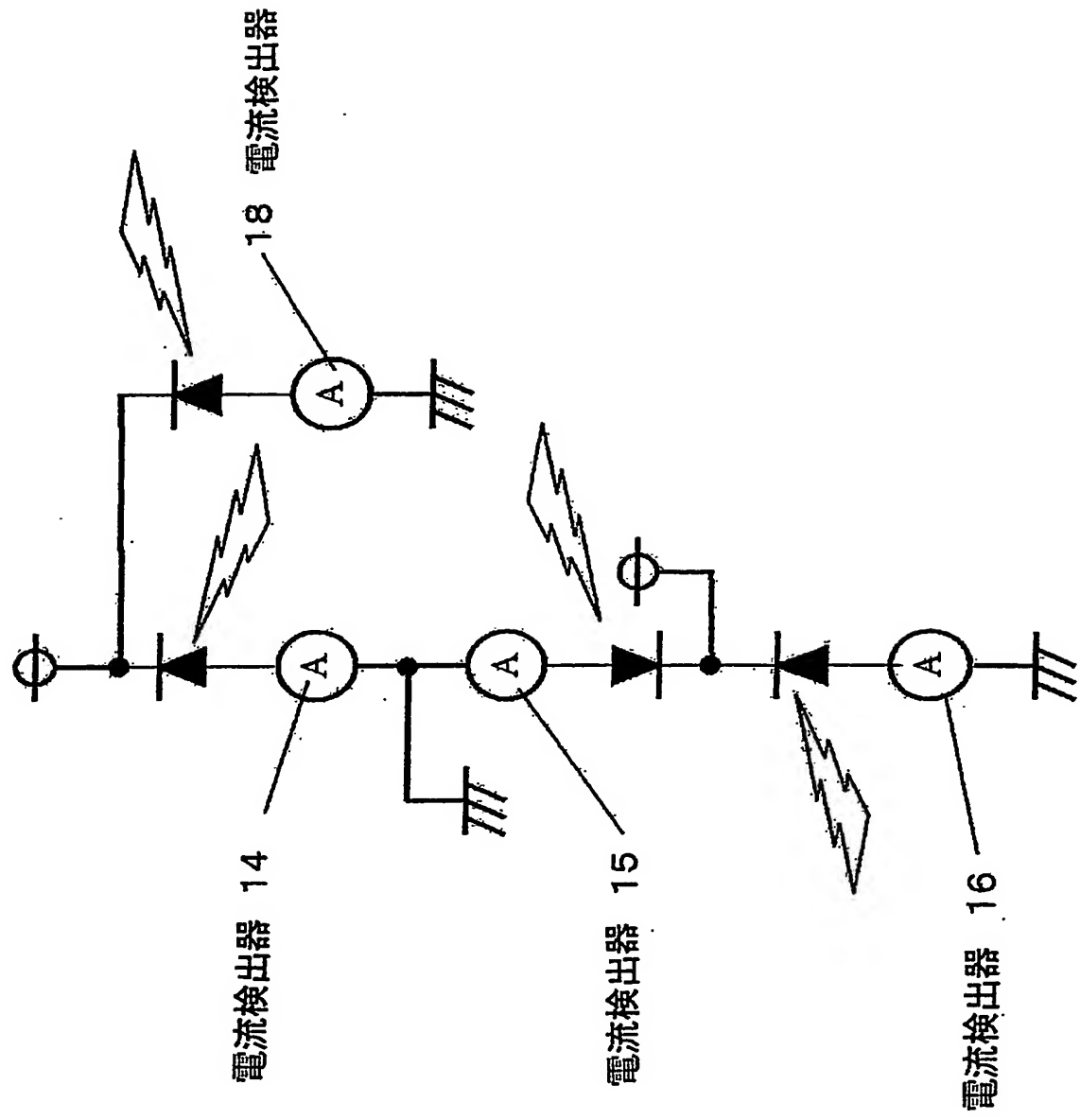


図5

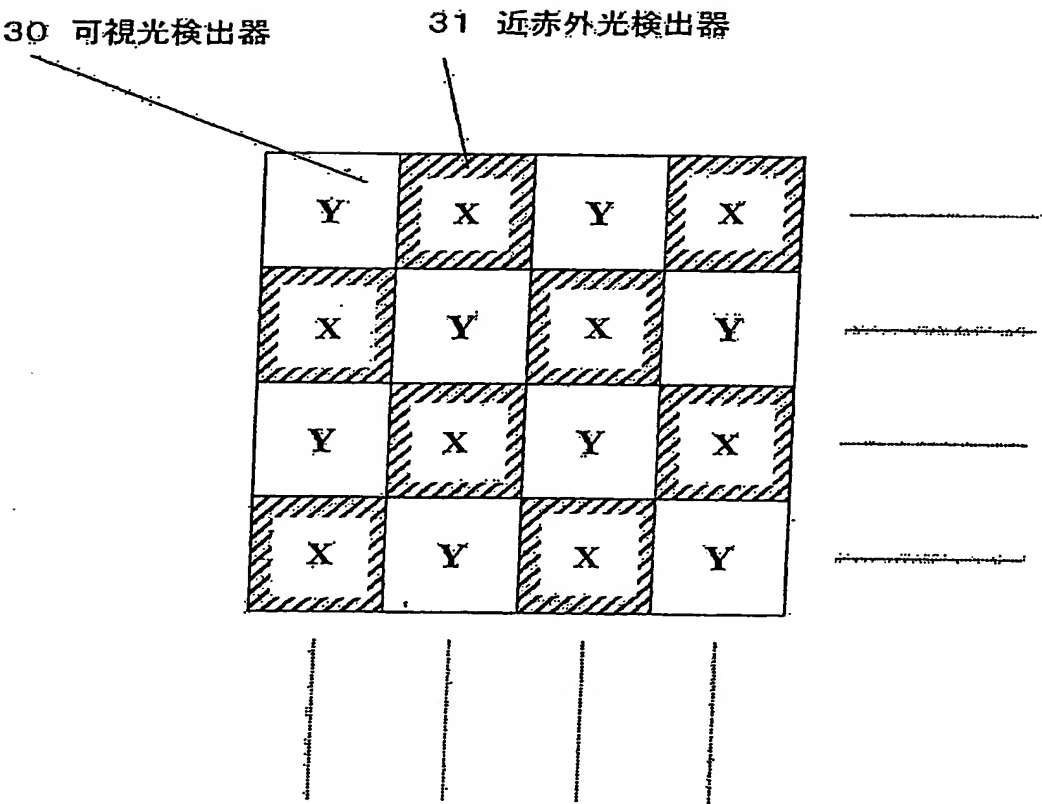


図 6

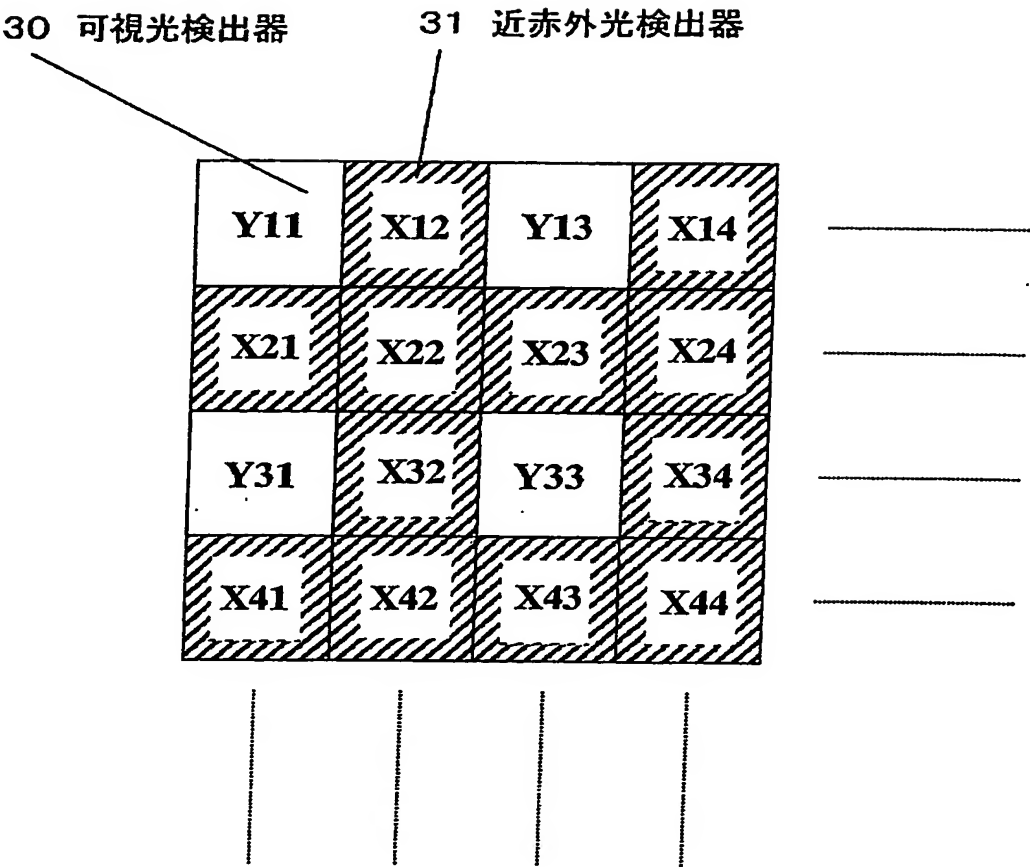
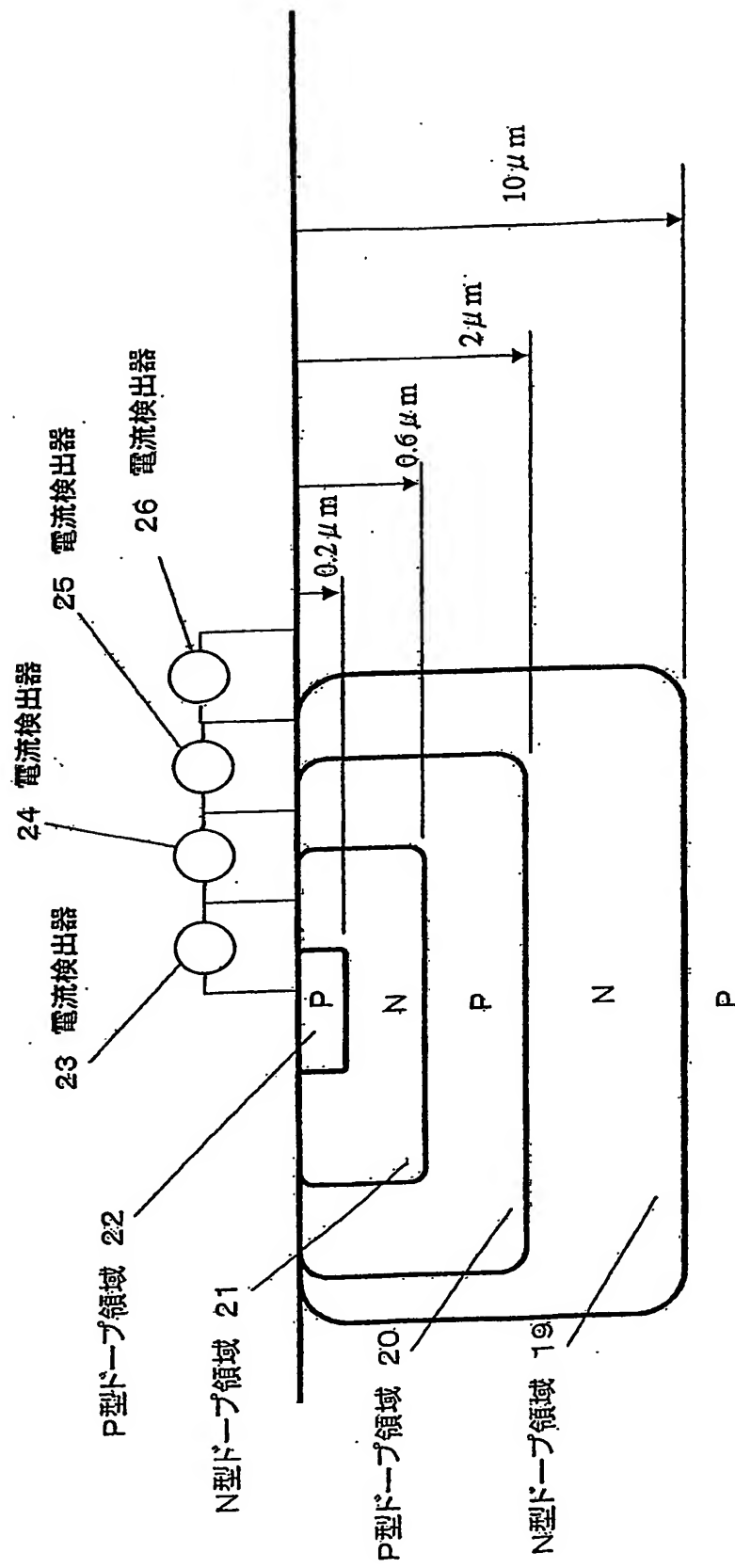


図 7



9 P型半導体基板

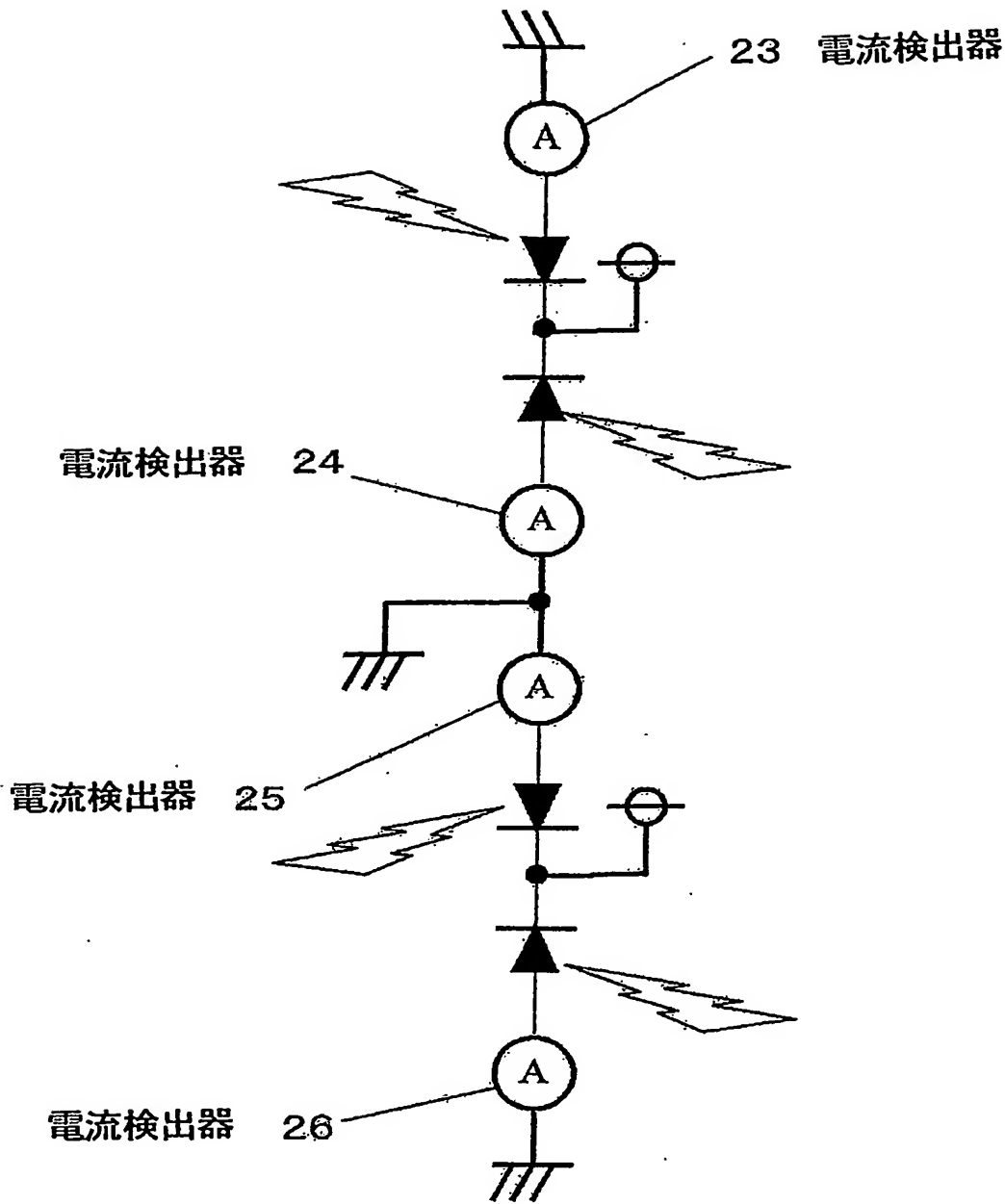


図 9

10/12

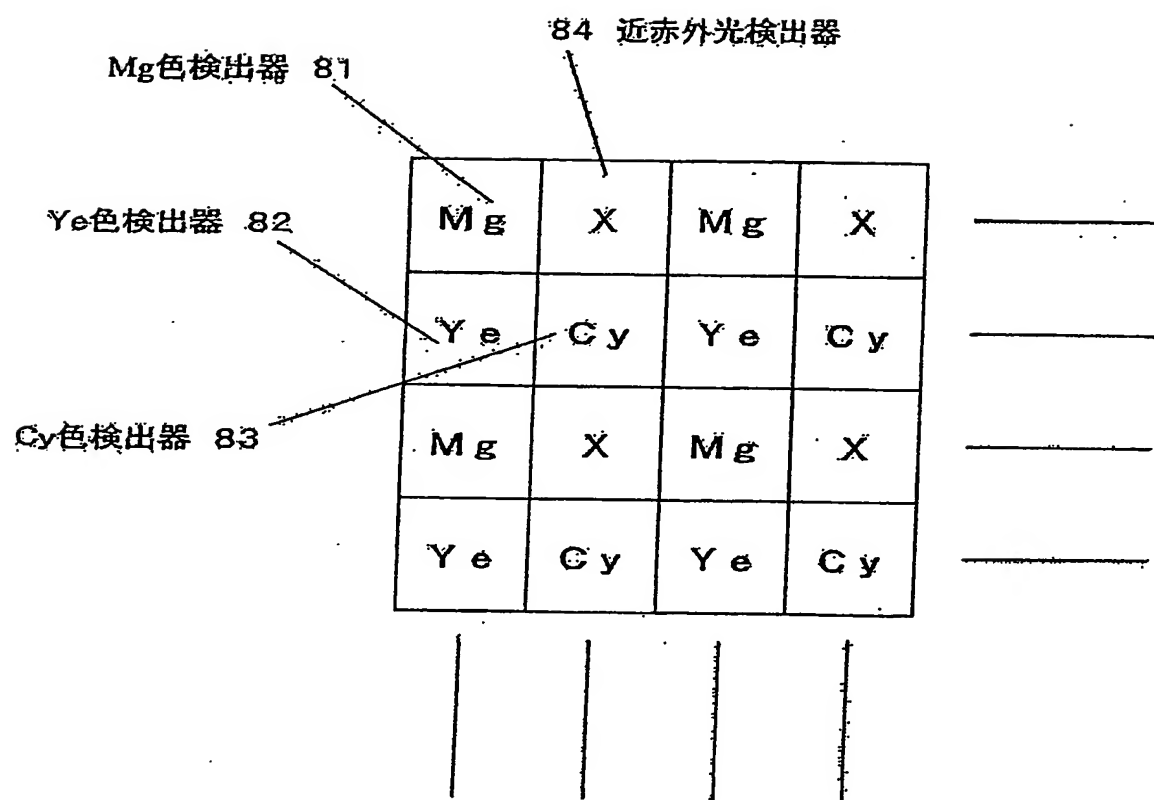


図 10

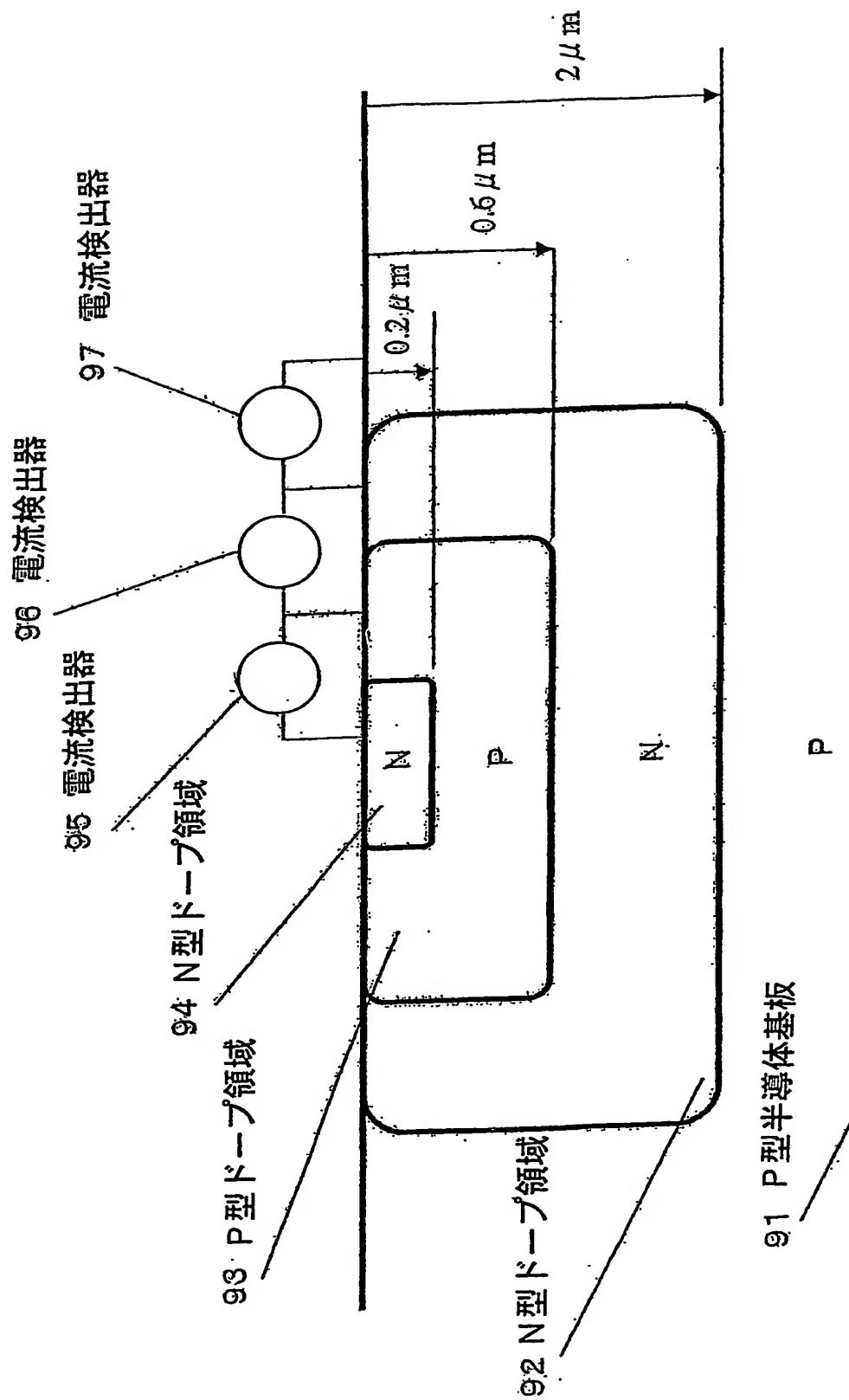


図 11

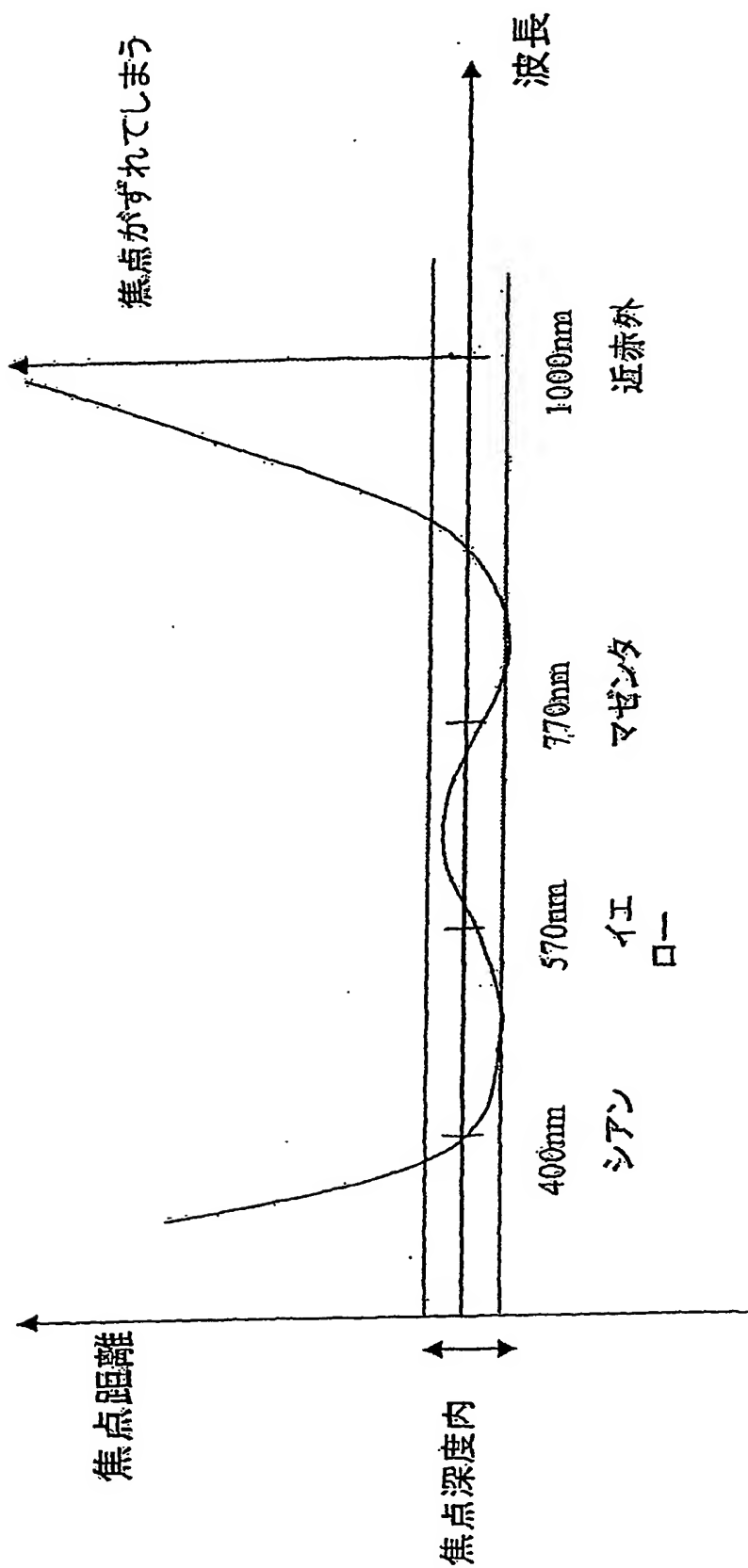


図12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L27/146, H01L31/10, H04N5/335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L27/146, H01L31/10, H04N5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-74340 A (Toshiba Corp.), 17 March, 1995 (17.03.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 55-52277 A (Recognition Equipment Inc.), 16 April, 1980 (16.04.80), Full text; all drawings & US 4238760 A & NL 7907416 A & GB 2034971 A & FR 2438344 A1 & DE 2940343 A1	1-10
A	JP 2003-304548 A (Canon Inc.), 24 October, 2003 (24.10.03), Full text; all drawings & US 2003/193011 A1	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 July, 2004 (05.07.04)

Date of mailing of the international search report
20 July, 2004 (20.07.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005799

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-205162 A (Canon Inc.), 22 July, 1994 (22.07.94), Full text; all drawings. & CA 2112734 A & DE 69329990 D & EP 605259 A2 & US 5724152 A	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L27/146, H01L31/10, H04N5/335

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L27/146, H01L31/10, H04N5/335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 7-74340 A (株式会社東芝) 1995. 03. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 55-52277 A (レカグニシヤン・イクウイプマント・インコーポレイテッド) 1980. 04. 16, 全文, 全図 &US 4238760 A &NL 7907416 A &GB 2034971 A &FR 2438344 A1 &DE 2940343 A1	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 07. 2004

国際調査報告の発送日

20. 7. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 柴山 将隆

4 L

3035

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-304548 A (キヤノン株式会社) 2003. 10. 24, 全文, 全図 &US 2003/193011 A1	1-10
A	JP 6-205162 A (キヤノン株式会社) 1994. 07. 22, 全文, 全図 &CA 2112734 A &DE 69329990 D &EP 605259 A2 &US 5724152 A	1-10